

Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН

PONTUS EUXINUS  
ПОНТ ЭВКСИНСКИЙ : XII



**ПОНТ ЭВКСИНСКИЙ – 2021**

XII Всероссийская научно-практическая конференция молодых учёных с международным участием по проблемам водных экосистем, посвященная 150-летию Севастопольской биологической станции – ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН»

Материалы конференции

Севастополь, 20–24 сентября 2021 г.

Севастополь  
ФИЦ ИнБЮМ  
2021

основанный на тримолекулярном уравнении, применим для сточных вод целлюлозного предприятия с учетом гидрометеорологических условий и территориальных особенностей.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-35-90128.*

### Список литературы

1. Очистка и рекуперация промышленных выбросов : учебник для вузов / В. Ф. Максимов, И. В. Вольф, Л. Н. Григорьев и др. ; под ред. В. Ф. Максимова ; 2-е изд. перераб. – Москва : Лесная промышленность, 1981. 640 с.
2. Прудникова С. В. Методы микроэкологического исследования наземных, водных и воздушных экосистем : учебное пособие для студентов высших учебных заведений. Красноярск : СФУ, 2007. 152 с.
3. Базякина Н. А. Расчет константы скорости потребления кислорода при определении БПК сточной жидкости // Санитарная техника. 1933. № 2. С. 17–24.
4. Mohamed S. Biological and chemical wastewater treatment processes // Wastewater Treatment Engineering. 2015. P. 1–50.

### КЛЕТОЧНЫЙ СОСТАВ ГЕМОЛИМФЫ МОЛЛЮСКОВ *LYMNAEA STAGNALIS*

Хребтова М. С.<sup>1</sup>, Серебрякова М. К.<sup>2</sup>, Токмакова А. С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена,  
г. Санкт-Петербург

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт  
экспериментальной медицины», г. Санкт-Петербург

*Ключевые слова:* *Lymnaea stagnalis*, гемолимфа, популяции клеток, гранулоциты, гиалиноциты, проточная цитофлуориметрия

*Lymnaea stagnalis*, L., 1758 – вид пресноводных легочных моллюсков, который выступает в роли хозяина как минимум для 24 видов трематод [1]. Широкий спектр сложившихся паразито-хозяйных отношений предполагает наличие отлаженного механизма защитных реакций со стороны моллюска, где ключевую роль выполняют клетки гемолимфы – гемоциты [2]. Последние участвуют в различных процессах, необходимых для реализации иммунного ответа. Однако до сих пор нет единого мнения относительно клеточного состава гемолимфы pulmonat, в частности моллюсков *L. stagnalis*. Большинство исследователей выделяют у pulmonat два основных типа гемоцитов – гранулоциты и гиалиноциты [2]. Гранулоциты отличаются более крупными размерами, высокой фагоцитарной активностью, способностью образовывать псевдоподии и наличием хорошо развитых органелл: шероховатого эндоплазматического ретикулума, аппарата Гольджи, митохондрий, большого количества лизосом, а также различных гранул. Гиалиноциты – это мелкие округлые клетки, не способные образовывать псевдоподии, характеризующиеся низким содержанием лизосом и гранул, слабой фагоцитарной активностью.

Для анализа клеточного состава гемолимфы использовались незараженные трематодами моллюски *L. stagnalis*, собранные в пос. Вырица Ленинградской области. Изучение морфологии клеток было проведено с использованием методов световой и флуоресцентной микроскопии. Мазки гемолимфы, предварительно

фиксированные 4% PFA, окрашивались гематоксилин-эозином, а также коммерческим набором MGG (May-Grünwald-Giemsa) (Биовитрум) в соответствии с инструкцией производителя. Клеточный состав гемолимфы анализировали на проточном цитофлуориметре BD Accuri C6 (BD Bioscience, США). Образцы гемолимфы анализировали индивидуально для каждой особи. Кроме параметров прямого и бокового светорассеяния (FS и SS), отражающих размер и гранулярность клеток, в рамках проведенного исследования был применен метод анализа, основанный на оценке количества в гемоцитах нуклеиновых кислот и лизосом.

В работе использовали флуоресцентные красители SYTO62® Red и LysoTracker® Green DND-26, спонтанно проникающие через клеточные билипидные мембраны. При этом красители семейства SYTO связываются с нуклеиновыми кислотами (ДНК и РНК) в цитоплазме, ядре и митохондриях клетки, а LysoTracker является ацидофильным красителем, накапливающимся в лизосомах. Отдельно проводилось окрашивание аликвот йодистым пропидием (PI) для выявления среди гемоцитов доли мертвых клеток. Исключение агрегатов из зоны исследования производилось с помощью показателей, рассчитанных на основании сигналов малоуглового светорассеяния: времени пролета частицы, высоты пика и интегрального сигнала. Для каждого образца было зафиксировано не менее 30000 событий.

Гемоциты *L. stagnalis* на световом уровне представлены двумя клеточными популяциями: гранулоцитами и гиалиноцитами. Размер гранулоцитов составляет  $42,2 \pm 5,3 \times 19,9 \pm 2,7$  мкм, размер их ядер –  $11,4 \pm 2,2 \times 9,04 \pm 1,2$  мкм. Эти клетки распластываются на субстрате, формируя длинные псевдоподии. Размер гиалиноцитов составляет  $15,8 \pm 1,4 \times 12,4 \pm 0,3$  мкм, их ядра –  $6,0 \pm 0,2$  мкм.

В ходе цитометрического анализа у 50% особей было обнаружено 2 популяции гемоцитов, обозначенных нами А и В. Популяция А составляет 24,05 (15,02; 26,76) % от всех гемоцитов и имеет меньшие по сравнению с популяцией В показатели FS и SS. Таким образом данная популяция представлена клетками с меньшим размером, простой формой и менее сложной структурой цитоплазмы, что морфологически соответствует гиалиноцитам. Популяция В, наоборот, состоит из крупных клеток с гранулярной цитоплазмой и соответствует гранулоцитам. Она составляет 71,72 % (69,03; 79,34) от всего пула клеток. Гемоциты других 50% особей представлены одной популяцией клеток. Согласно гейтированию, выстроенному по образцам гемолимфы с двумя популяциями гемоцитов, она включает в себя морфологически те же популяции А (7,93 % (6,02; 8,38)) и В (89,31% (88,51; 90,34)). Однако в таких образцах присутствуют клетки с промежуточными показателями FS и SS, которые, вероятно, обладают морфологическими характеристиками обоих типов клеток. Количество мертвых клеток, выявленных на основании флуоресценции PI, составило в популяции А – 1,40% (0,54; 2,36), а в популяции В – 4,50% (1,80; 6,25).

Анализ клеточного состава гемолимфы на основании флуоресценции LysoTracker и SYTO62 позволил также разделить общий пул гемоцитов на две популяции – популяция 1 с относительно меньшим уровнем флуоресценции обоих красителей и популяция 2, для которой был зарегистрирован более высокий уровень флуоресценции обоих зондов. Число клеток популяции 1 составило 20,88% (14,77; 28,82), а популяции 2 – 78,55% (71,23; 85,29). При этом стоит отметить, что в образцах, где на основании морфологических признаков были выявлены две ярко выраженные популяции, разделение на основании флуоресценции SYTO62 и LysoTracker также было более четким.

*Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ для государственной поддержки научных исследований молодых российских ученых – кандидатов и докторов наук № МК-1015.2021.1.4.*

### Список литературы

1. Faltýnková A., Našincová V., Kablášková L. Larval trematodes (Digenea) of the great pond snail, *Lymnaea stagnalis* (L.), (Gastropoda, Pulmonata) in Central Europe: a survey of species and key to their identification // Parasite. 2007. Vol. 14, iss. 1. P. 39–51. <https://doi.org/10.1051/parasite/2007141039>
2. Атаев Г. Л., Прохорова Е. Е., Токмакова А. С. Защитные реакции легочных моллюсков при паразитарной инвазии // Паразитология. 2020. Т. 54, вып. 5. С. 371–401. <https://doi.org/10.31857/S1234567806050028>

### МОНИТОРИНГ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ХЛОРОФИЛЛА «А» ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ И *IN SITU* В АРКТИЧЕСКИХ МОРЯХ

Швед Я. В.<sup>1</sup>, Поважный В. В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Российский государственный гидрометеорологический университет,  
г. Санкт-Петербург

<sup>2</sup>Лаборатория полярных и морских исследований им. Отто Ю. Шмидта, институт  
ААНИИ, г. Санкт-Петербург

*Ключевые слова:* спутники, хлорофилл «а», Арктика, мониторинг, Santinel-3, OC-CCI v5, биопродуктивность морей

Спутниковый мониторинг относится к наиболее развивающимся методам оценки состояния водной среды. Важно, чтобы информация, полученная со спутников, могла в полной мере отражать информацию, которая происходит в действительности в исследуемой области. На данный момент существуют некоторые факторы, которые препятствуют корректному получению спутниковых данных видимого и ближнего ИК-диапазонов.

Показано, что основным фактором, влияющим на завышение или занижение ДЗЗ (дистанционное зондирование Земли), является облачность, так как видимое и ближнее зондирование ИК-диапазонов основано на фиксировании солнечного излучения, которое было отражено объектами в соответствии с их спектральной отражательной способностью. При такой съемке необходимо освещение и зачастую наличие облачности очень мешает съемке, из-за чего получить какие-либо данные со спутника часто просто невозможно [1]. Также взвешенные вещества, микроводоросли (фитопланктон) существенно изменяют отражательные свойства воды [2].

Цель работы – провести сравнение экспедиционных и спутниковых данных, полученных из экспедиций Арктика 2018 и Трансарктика 2019.

Для анализа определения концентрации хлорофилла «а» были использованы спутниковые данные среднесуточных значений хлорофилла «а» на поверхности, основанные на пространственно-временной интерполяции: «Без облаков», уровень обработки L4, пространственное разрешение 4 км × 4 км, из баз данных сервиса мониторинга морской среды Copernicus (OCEANCOLOUR\_GLO\_CHL\_L4\_REP\_OBSERVATIONS\_009\_082). Основные климатические переменные на основе спутниковых данных OC-CCI v5 были получены путем слияния SeaWiFS, VIIRS, MERIS, MODIS-Aqua и OLCI-S3A с использованием наиболее эффективной атмосферной коррекции и хлорофилла